Министерство образования Российской Федерации
Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова
Бийский технологический институт

Е.В.Аверьянова, В.П.Севодин

КРАХМАЛ

Методические указания по курсу
"Методы переработки растительного сырья"
для студентов
специальности "Биотехнология"

Барнаул 1999

УДК 664.2 : 006.354

Аверьянова Е.В., Севодин В.П. Крахмал: Методические указания по курсу "Методы переработки растительного сырья" для студентов специальности "Биотехнология".

Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова, БТИ. - Бийск.
Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 1999. - 33 с.

В пособии приведены примеры получения крахмала из различного растительного сырья, ряд методик по анализу органолептических показателей и химический анализ крахмала.

Рассмотрены и одобрены
на заседании кафедры
биотехнологии.
Протокол № 16 от 10.12.98

Рецензент с.н.с. ФНПЦ "Алтай" Вандель А.П.

ВВЕДЕНИЕ

Крахмал - главнейший резервный углевод растений, принадлежащий к числу наиболее распространенных в растительном мире полимеров глюкозы, содержащихся в виде постоянного запаса в семенах, плодах, клубнях и других частях растений. Он образуется в результате фотосинтеза углеводов в зеленых частях растений под действием лучей солнца и откладывается в лейкопластах в виде зёрен. Форма и величина крахмальных зёрен зависят от вида растений (рисунок1). Кроме того отмечаются различия в величине зерна в пределах одного вида растений (таблица1).

В зернах некоторых растений (риса, кукурузы, пшеницы, ржи и др.) содержится от 65 до 82% крахмала. В клубнях картофеля содержание крахмала также достаточно велико (до 25%).

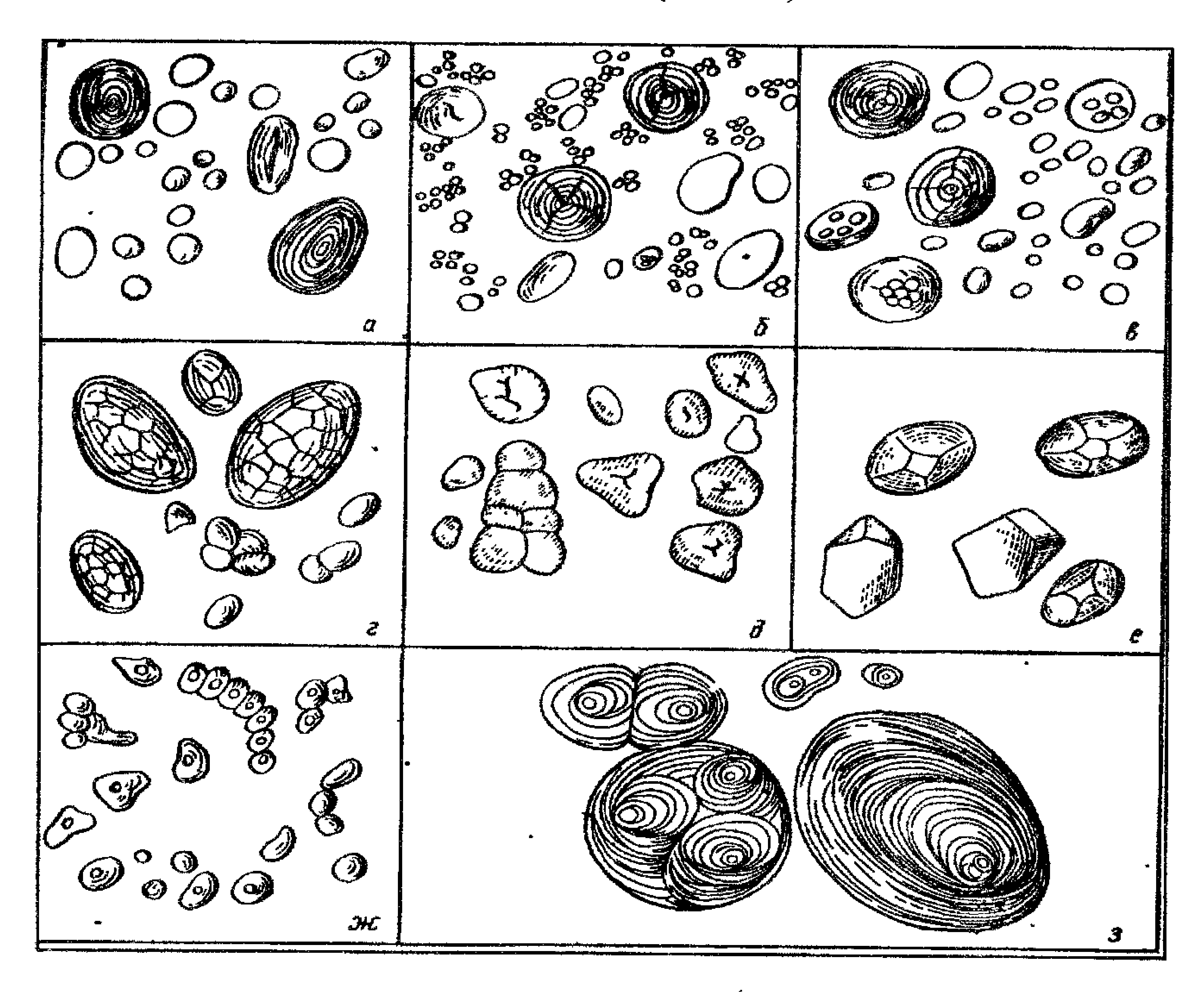


Рисунок 1 - Формы зёрен крахмала: *а* - пшеница, *б* - рожь, *в* - ячмень, *г* -овёс, *д* - кукуруза, *е* - просо, *ж* - гречиха, *з* - картофель

Таблица 1- Размер крахмальных зерен некоторых растительных культур

Наименование	Ботаническое обозначение	Семейство	Размер зерна, мкм
Семена			
Кукуруза	Zea mays L.	Gramineac	10 - 30
Пшеница	Triticuma estivum L.	Gramineae	5 - 50
Рожь	Secale cereale L.	Gramineae	5 - 50
Ячмень	Hordeum vulgare L.	Gramibeae	5 - 40
Овес	Avena sativa L.	Gramineae	5 - 12
Рис	Oryza sativa L.	Gramineae	2 - 10
Бобы	Phaseolus vulgaris L	Leguminosae	30 - 50
Гречиха	Fagopyrum esculentum Moench (F. sagittatum Gilib.)	Polygonacea	5 - 15
Плоды			
Бананы	Musaxparadisiaca L.	Musaceae	5 - 60
Яблоки	Malus spes. Mill.	Rosaceae	2 - 13
Корнеплоды			
Картофель	Solanum tuberosum L.	Solanaceae	1 - 120
Сладкий карто-фель (батат)	Batatas edulis Chois.	Convolvulaceae	5 - 50
Тапиока	Manihot utılissima pohl.	Euphorbiaceae	5 - 35
Белый ямс	Dioscorea alata L.	Dioscoreaceae	14 -50
Корневища			
Маранта	Maranta arundinacea L.	Marantaceae	10 - 75
Канна	Canna edulis Ker.- Gawl.	Cannaceae	10- 130
Стволы			
Саговая пальма	Metroxylon rumphii (Willd.) Mart. Metroxylon sagus Rottb. u. a. Arten Borassus Alabelliber L Arenga pinnata (Wurmb.) Merr. (A. saccharifera La-bill.)	Palmae	10 - 70

Сухой крахмал и его производные используются:

- в кондитерском и хлебопекарном производстве - при изготовлении драже, кексов, печенья, обсыпных мучных изделий, макарон, начинки для пирогов, вафель, стаканчиков для мороженого, покрытий для противней, как загуститель для мармеладов и т. д.;
- в производстве сгущенного молока;
- в производстве консервов (овощных блюд);
- в колбасном производстве - для вареных колбас и колбасного хлеба;
- в пивоварении как несоложеный материал;
- для непосредственного употребления (пудинговые порошки, сухие кисели, продукты детского питания и т. д.);
- перерабатывают в патоку и глюкозу;
- в производстве антибиотиков, витаминов и др. в составе питательных сред;
- в производстве этилового спирта, *н*-бутилового спирта, ацетона, молочной, лимонной и глюконовой кислот, глицерина и др.;
- в шлихтовании текстильных тканей, для загустки красок, проклеивания бумаги и картона, производства декстринов и клеев.

1 СОСТАВ И СВОЙСТВА КРАХМАЛА

Крахмал представляет собой смесь двух полисахаридов, построенных из D-глюкопиранозы: амилозы (от10 до 20 %) и амилопектина (от 80 до 90 %). Линейную фракцию называют амилозой, нелинейную - амилопектином. Цепочковидная молекула амилозы, где глюкозные остатки связаны между собой в основном связью α-1-4, дает в чистом виде синее окрашивание с йодным раствором. Молекулярная масса амилозы равна 160000 , что соответствует от 200 до 1000 глюкозным остаткам.

Амилоза

Амилопектин имеет многократно разветвленную молекулу, также состоящую из глюкозидных остатков. В цепочках амилопектина молекулы связаны α-1-4-глюкозидной связью, а в точках ветвления имеется связь α-1-6, которая разрушается примерно в четыре раза труднее, чем связь α-1-4. При ферментативном гидролизе β-амилаза разрушает только наружные цепочковидные отростки молекулы амилопектина, имеющие связи α-1-4, и не может разрушить связи α-1-6 в точках ветвления. Остающаяся часть (сердцевина) молекулы амилопектина называется остаточными декстринами или β-декстринами.

Амилопектин, отделенный от амилозы, дает с йодом фиолетово-красное окрашивание, его молекулярная масса значительно больше, чем амилозы, и достигает в некоторых случаях от 1000000 до 6000000.

Амилопектин

Кроме амилозы и амилопектина, в составе крахмала могут находиться (в небольшом количестве) и некоторые полисахариды с промежуточными свойствами. Так, в зерновых крахмалах содержится от 5 до 7% таких переходных форм. В качестве примесей в крахмале присутствуют: от 0,28 до1,5% белка и от 0,05 до 0,4% зольных веществ, в том числе фосфатов и кремневой кислоты. Зерновые крахмалы содержат также небольшие количества жира и 2-глицеринофосфорную кислоту.

Крахмал - белое аморфное вещество. В холодной воде нерастворим, в горячей набухает и некоторая часть его постепенно растворяется. При быстром нагревании крахмала происходит гидролитическое расщепление макромолекулярной цепи на более мелкие осколки и об-

разуется смесь полисахаридов, называемых декстринами. Декстрины растворяются в воде лучше, чем крахмал.

Химическая эмпирическая формула крахмала - $(C_6H_{10}O_5)n$ - свидетельствует о том, что основой крахмала является глюкозный остаток $C_6H_{10}O_5$. Действительно, основная химическая реакция - гидролиз крахмала - при достаточном разбавлении и действии катализаторов (иона водорода или амилаз), дает количественный переход крахмала в D (+) - глюкозу (αD - глюкопиранозу) по уравнению:

$$(C_6H_5O_5)n + (n-1)\, H_2O = n \times C_6H_{12}O_6$$

Крахмал и его компоненты образуют ряд сложных и простых эфиров. Амилоза легко образует нерастворимые кристаллические комплексы со спиртами (бутиловым, амиловым и др.), жирными кислотами, фенолами, нитропарафинами, пиридином. Амилопектин образует нерастворимый комплекс с гидроокисью алюминия. Восстанавливающие способности крахмала ввиду того, что в его молекуле содержится лишь одна свободная альдегидная группа, очень малы.

Из обычного крахмала можно получить компоненты, различающиеся между собой физическими и химическими свойствами, при помощи методов физического или физико-химического фракционирования:

- электрофореза;
- извлечения амилозы горячей водой;
- избирательной адсорбции амилозы или амилопектина;
- избирательного осаждения, например, некоторыми спиртами (бутиловым, амиловым), тимолом и т. д.

2 ПОЛУЧЕНИЕ КРАХМАЛА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Для выделения крахмальных зёрен из растительного сырья их следует освободить от биологической среды, в которой они находятся, и от инородных компонентов. Очищенные, содержащие крахмал растительные части растирают или размалывают. Из разрушенных клеток вымывают водой крахмальные зёрна и очищают путём повторного просеивания и промывания.

2.1 Получение крахмала из картофеля

При выделении крахмальных зерен из картофеля следует помнить о том, что они могут выступать в качестве катионитов. Это свойство обусловлено фосфорной кислотой, содержащейся в крахмале, которая через одну из трех гидроксильных групп связана эфироподобно с амилопектином. Ионы металла, встречающиеся в крахмальных зернах, главным образом Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, заменяют большей частью H^{+}-ионы двухосновной группы фосфорнокислого эфира. Содержание катионов в крахмале изменяется при взаимодействии с богатыми ионами K^{+} соковыми водами, освобождающимися при растирании картофеля, или производственными водами, отходящими после промывания кашицы. Подобная возможность исключается при применении дистиллированной воды. Внутри неповрежденной клетки крахмальные зерна не подвергаются ионному обмену , так как отделены от соковой воды рядом разделительных мембран и вступают в соприкосновение с ней только после разрушения структуры клетки. Реакция обмена между катионами соковой воды и крахмалом, который богат ионами Ca^{++} и Mg^{++} и беден ионами K^{+}, можно избежать, если кашицу моментально развести большим количеством ледяной дистиллированной воды. При этом нужно обеспечить большое разведение соковой воды и, по возможности, наименьший контакт сильно разбавленной клеточным соком соковой воды с крахмальными зернами. При соблюдении этих условий получают нативный картофельный крахмал, который из богатой белком соковой воды адсорбирует лишь незначительное количество белка. При работе с картофельными крахмалами следует прежде всего обратить внимание на первичные металлофосфатные крахмалы, способность которых взаимодействовать с другими катионами сильно зависит от pH.

Приборы. (Для переработки примерно 25 кг картофеля):

а) 3 стеклянных патрубка на 5 л;

б) 4 стеклянных ванны на 10л;

в) 2 цилиндрических отстойника высотой 70 см на 20 л;

г) сита с отверстиями разного размера (0,5; 0,2; 0,09мм);

д) 2 фарфоровых нутч-фильтра диаметром 25 - 30 см;

е) пластмассовая механическая терка;

ж) 2 склянки для отсасывания на 10 л.

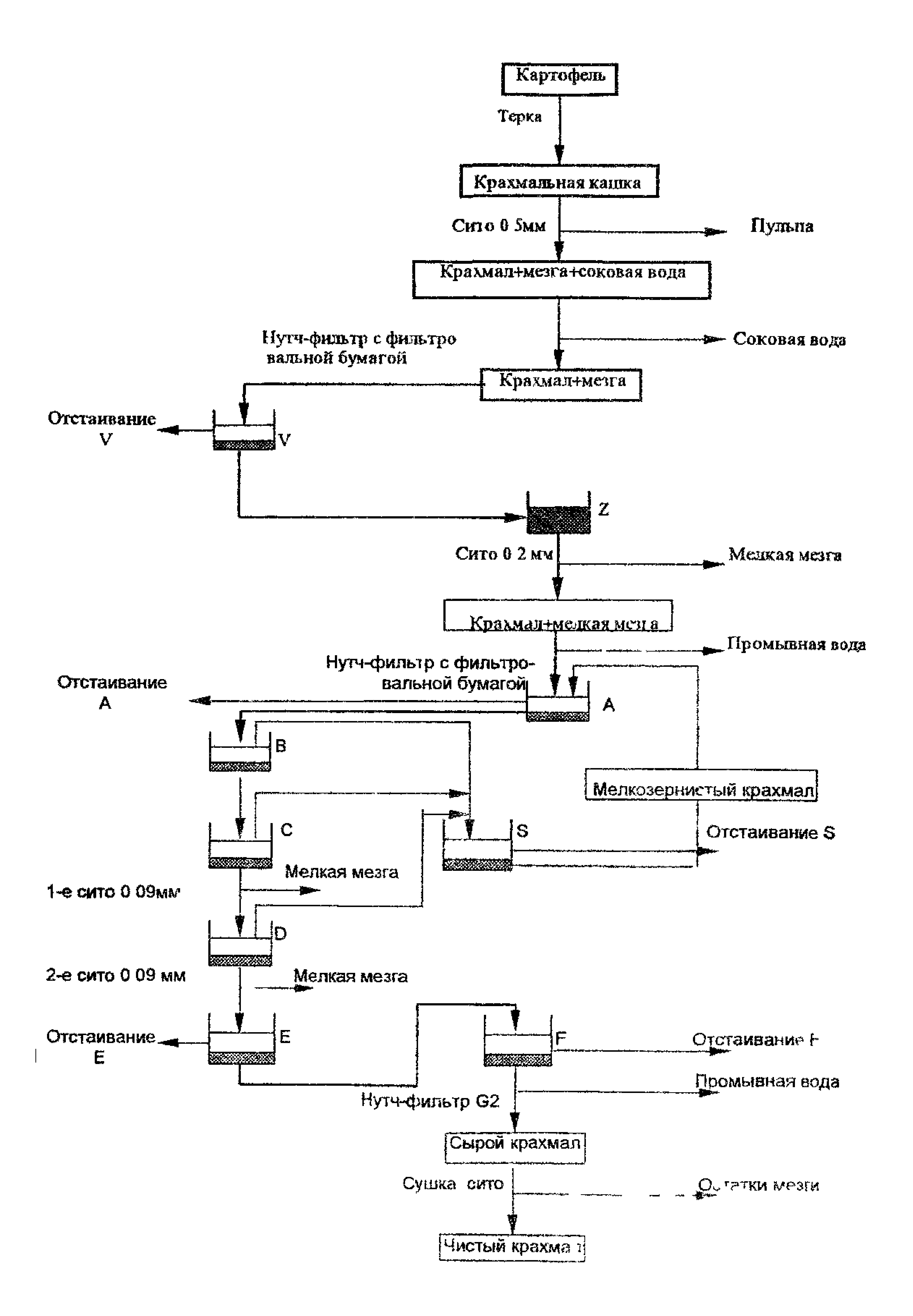


Рисунок 2 - Схема получения картофельного крахмала в лабораторных условиях

Порядок работы (рисунок 2). Для получения крахмала в чистом виде все рабочие процессы проводят в дистиллированной воде. Каждые две очищенные, освобожденные от глазков картофелины истирают на терке в 2,5 л воды. Кашицу тотчас же переносят на сито с крупными ячейками (0,5 мм) и вымывают крахмал водой при отжиме вручную. Крахмальную суспензию с тонковолокнистыми включениями переносят на фарфоровый фильтр, покрытый фильтровальной бумагой. Важно быстро отделить от крахмала богатый белками клеточный сок отсасыванием под вакуумом. После трехкратной загрузки крахмал смывают с бумажного фильтра в высокий сборник V, заполненный 10 л воды, а фильтр отбрасывают Сразу же после подачи 20 фильтровальных осадков и осаждения большей части крахмала отстоявшуюся жидкость декантируют и отбрасывают. Промытый в отстойнике 4 л воды крахмал помещают на сито с размером отверстий 2 мм, а затем на фарфоровый нутч-фильтр для освобождения от волокнистых включений. Путем повторного размешивания фильтр - прессовой лепешки в воде удаляют содержащийся в крахмале белок. Фильтр-прессовую лепешку с фильтровальной бумаги перекладывают в патрубок А и после осаждения отстоя промывают 5 л воды в патрубок В. Сход с патрубка А снимают, сход с патрубка Б переводят в 20 - литровый сборник S для мелкозернистого крахмала. Крахмал, осажденный в емкости В, помещают в стеклянную ванну D с 2 л воды для отделения тонковолокнистых частиц (размер отверстий сита 0.09 мм). После осаждения большей части крахмала жидкость осторожно переливают в сборник S и процеживают крахмал в стеклянную ванну Е. После полного осаждения крахмала воду декантируют и отбрасывают, крахмал смывают небольшим количеством воды в сборник F. Здесь уровень жидкости должен составлять несколько сантиметров. Перед подачей следующей партии оставшуюся воду сливают.

Жидкость из сборника S периодически декантируют. Осажденный мелкозернистый крахмал небольшим количеством воды снова переводят в патрубок А. После того, как весь крахмал соберется в сборнике F, его несколько раз размешивают и промывают водой, а воду после окончательного осаждения отбрасывают. Затем крахмал промывают на стеклянном нутч-фильтре G_2 и полностью отсасывают воду. Сушат крахмал потоком теплого воздуха. Температура крахмального слоя не должна превышать 30 °С. После этого воздушно-сухой крахмал просеивают через мелкое сито.

Примечание: если зерна крахмала долгое время находятся в соприкосновении с клеточным соком, то при использовании дистиллированной воды при извлечении получают так называемые нативные

крахмалы, которые отличаются высоким содержанием ионов калия. Этого достигают также при применении водопроводной воды, если в ней не содержится большого количества многовалентных катионов.

2.2 Получение крахмала из кукурузы

Для обеспечения хорошего отделения крахмала от белковой части кукурузные зерна предварительно замачивают в разведенном водном растворе сернистого ангидрида. В лабораторном масштабе рекомендуется использование раствора гидросульфита. Для отделения зерен крахмала в лабораторных условиях предложено замачивать кукурузу в 0,2 М ацетатно-буферном растворе с pH 6,5.

Приборы:

а) желоб из листового алюминия с плоским дном, длиной 2 м, толщиной 2 мм и сечением 4×4 см (рисунок 3);

б) сита с отверстиями разного размера (от 0,15 до 0,20 мм, от 0,07 до 0,09 мм);

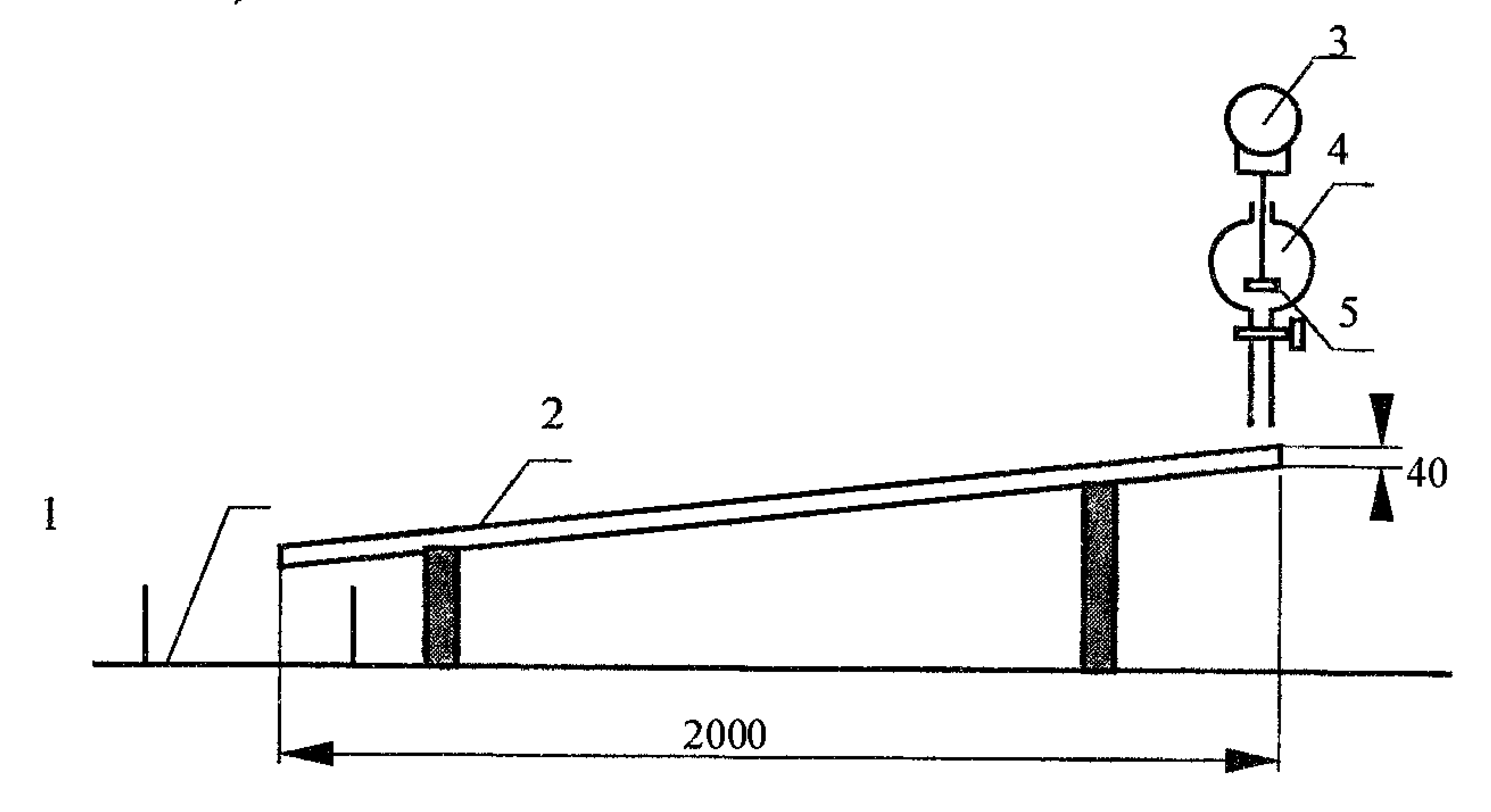
в) электрический гомогенизатор с ножами.

Реактивы.

а) раствор 1,22 кг $NaHSO_3$ в 750 мл воды;

б) пентанол;

в) метанол.



1 - сборник, 2 - желоб, 3 - вибратор, 4 - капельница, 5 - ворошитель

Рисунок 3 - Экспериментальная установка для очистки крахмала от глютена на алюминиевом желобе

Порядок работы. Примерно 300 г чистых неповрежденных зерен кукурузы влажностью от 10 до 20 % помещают в раствор гидросульфита и выдерживают смесь от 20 до 24 ч при температуре 50°С при периодическом перемешивании. Затем удаляют жидкость, взятую для замачивания, и влажную кукурузу при добавлении воды измельчают на гомогенизаторе в течение нескольких минут. Полученную кашицу промывают на тонком капроновом сите (размер отверстий от 0,15 до 0,20 мм) большим количеством воды. При этом оболочки и грубые волокнистые части остаются на сите, а крахмал, глютен и мелковолокнистые части проходят через него. Затем суспензию процеживают 3 раза через мелкое сито (размер отверстий от 0,07 до 0,09 мм), причем мелковолокнистые части остаются на сите. Смесь крахмала с глютеном, разведенную до концентрации 15 г сухого вещества на 100 мл воды, помещают в большую капельную воронку и постоянно перемешивают мешалкой, чтобы не оседал крахмал. Смесь медленно (по несколько капель в секунду) подают на верхний конец алюминиевого желоба, поставленного с небольшим наклоном так, чтобы крахмал оседал примерно на 2/3 желоба, а глютен и вода стекали через открытый конец (см. рисунок 3). Желто-окрашенные частицы глютена у большинства сортов кукурузы можно легко отличить от белого крахмала. Если на желобе образуются "островки" глютена, их можно легко снять обдуванием. Необходимо постоянное наблюдение за процессом разделения, так как если "островки" глютена будут перекрыты крахмалом, то удаление этих загрязнений в процессе работы станет невозможным.

После того, как вся суспензия прошла по желобу, поверхность крахмала промывают от случайно оставшегося глютена 500 мл воды, причем количество воды, подаваемое на желоб в единицу времени, должно быть в четыре раза больше, чем количество суспензии крахмала с глютеном, подаваемых по каплям. С помощью шпателя крахмал снимают с алюминиевого желоба, фильтруют через стеклянный нутч-фильтр G3, промывают водой и в заключение сушат в потоке воздуха. Температура высушиваемого материала не должна превышать 30°С.

Примечание: если не достигается необходимая степень отделения крахмала от белка, следует использовать обработку пентанолом. Крахмал размалывают в воде с 25% пентанола. Смесь в течении 30 с размешивают при небольшой скорости и затем центрифугируют. После этого слои пентанола, глютена и воды быстро декантируют. После повторного суспендирования в воде насыщенный пентанолом крахмал центрифугируют, несколько раз промывают метанолом и сушат потоком теплого воздуха.

Пример применения. По описанному методу (очистка крахмала от глютена на алюминиевом желобе и дополнительная обработка пентанолом) из 100 г воздушно-сухой кукурузы (сорт Штренцфельдер) получили 32 г воздушно-сухого крахмала с зольностью 0,09% в пересчете на сухое вещество. Содержание сырого белка в крахмале не превышало 0,25%, тогда как в крахмале, полученном производственным путем, его содержание превышало 0,5%. В этой связи следует заметить, что почти невозможно полностью удалить белок из крахмала чисто физическим методом. Остаточный белок (приблизительно 0,2%) может быть включен в крахмальное зерно.

2.3 Получение крахмала из пшеничной муки

В лабораторных условиях пшеничный крахмал можно получить путем вымывания из пшеничного теста. При замесе теста с небольшим количеством воды клейковина гидратируется, образуя плотную массу, из которой затем вымывается крахмал.

Приборы:

а) алюминиевый желоб (см. метод 2.2);

б) сита с отверстиями разных размеров (0,06; 0,07; 0,09 мм).

Реактивы:

а) пентанол;

б) метанол.

Порядок работы. Путем тщательного смешивания приблизительно 200 г пшеничной муки со 150 мл воды получают плотное тесто. Комок теста покрывают влажным полотенцем и оставляют в покое на 1,5 ч. при температуре 30°С для гидратации клейковины. Затем из комка теста вымывают крахмал путём замеса его при постоянном добавлении воды на тканом сите с размером отверстий 0,09 мм. Вымываемый крахмал стекает через сито в фарфоровую чашу. Большая часть клейковины в виде комочков остается на сите. Крахмальная суспензия в фарфоровой чаше содержит еще частицы клейковины, которые удаляют двухкратным процеживанием через сито с размером отверстий от 0,06 до 0,07 мм. К этой предварительной очистке примыкает также процесс отделения на алюминиевом желобе с последующей обработкой крахмала пентанолом (см. п. 2.2). После центрифугирования крахмальной суспензии, обработанной пентанолом, жидкость декантируют, соскабливают верхнюю пигментированную фракцию осадка и промывают крахмал иа нутч-фильтре сначала водой, а затем метанолом. Крахмал сушат в потоке теплого воздуха, причем температура высу-

шиваемого вещества не должна превышать 30°С. Во время сушки комки крахмала разбивают во избежание затвердевания.

Пример применения. По вышеописанному методу из 167 г воздушно-сухой пшеничной муки получили 61 г воздушно-сухого крахмала с зольностью 0,05% и содержанием жира 0,39% (в пересчете на сухое вещество). Содержание в крахмале сырого белка, определенного по методу Кьельдаля, достигало 0,49% в пересчете на сухое вещество.

2.4 Получение крахмала из ржаной муки

Крахмал из ржаной муки получают в основном так же, как из пшеничной муки (см. п. 2.3).

Приборы (см. п. 2.2).

Реактивы (см. п. 2.2), а также :

а) 1% - ный раствор хлористого натрия;

б) 0,1% - ный раствор хлористого натрия.

Порядок работы. В отличие от получения крахмала из пшеничной муки,для замеса ржаной муки вместо воды используют 1%-ный, а для отмывания крахмала 0,1%-ный раствор хлористого натрия, так как диспергирование клейковины замедляется добавлением разведенного солевого раствора. В отличие от пшеничной, ржаная клейковина не собирается в комки и большей частью проходит сквозь сито. На алюминиевом желобе, как показал опыт, она хорошо отделяется от крахмала.

Пример применения. По вышеописанному методу из 200 г воздушно-сухой ржаной муки получили 81 г воздушно-сухого крахмала с содержанием золы 0,04% и жира 0,18% в пересчете на сухое вещество. Содержание сырого белка в крахмале по методу Кьельдаля составляло 0,38% в пересчете на сухое вещество.

2.5 Получение крахмала из бананов

Для получения большего выхода крахмала используют незрелые бананы. В зрелых плодах крахмальные зерна сильно гидролизованы.

Приборы:

а) электрический гомогенизатор с ножами;

б) сито с размером отверстий 0,1мм;

в) алюминиевый желоб (см. п. 2.2).

Порядок работы. Примерно 200 г незрелых банаиов, разрезанных на мелкие куски, в течение нескольких минут гомогенизируют с 200 мл воды. Кашицу промывают водой через тонкое сито (размер отверстий 0,1мм), и плотные составные части осаждают в стакан на 800

мл. Оставшуюся жидкость декантируют, и осадок вновь суспендируют в воде. Декантацию повторяют еще дважды. Осажденный неочищенный крахмал размешивают с водой в большом центрифужном стакане и в течение 15 мин. центрифугируют при частоте вращения 4000 $мин^{-1}$.

Окрашенную в красноватый цвет массу, находящуюся над белым крахмальным слоем, счищают. Крахмал разводят водой в центрифужном стакане и центрифугируют до тех пор, пока он не освободится от загрязнений.

Для тщательной очистки крахмал суспендируют в 600 мл воды и подают на алюминиевый желоб из капельной воронки при перемешивании (см. п. 2.2). При этом более лёгкие составные части отделяются от тяжелых крахмальных зерен. После получения крахмальной суспензии воду из воронки тонкой струйкой подают на желоб и осторожно вымывают осевший в верхней части крахмал, начиная с закрытого конца желоба. Скорость тока воды регулируют так, чтобы крахмал снова осел на расстоянии от 20 до 25 см.

Размывание продолжают до тех пор, пока крахмал не достигнет нижней части желоба. Очищенный крахмал суспендируют в воде, промывают на стеклянном нутч-фильтре G3, при температуре 30°С сушат в потоке теплого воздуха. Куски крахмала осторожно разбивают в ступке и просеивают через мелкое сито.

Пример применения. Из 200 г очищенных мучнистых бананов из Кубы получили 13 г крахмала влажностью 11,15% и зольностью 0,08% в пересчете на сухое вещество. Содержание сырого белка, определенного по методу Кьельдаля, составляло 0,57% в пересчете на сухое вещество.

3 МЕТОДЫ АНАЛИЗА

3.1 Методы определения органолептических показателей

Органолептические показатели крахмала определяют в следующей последовательности: вначале - внешний вид, затем - цвет и запах.

Для определения внешнего вида и цвета часть средней пробы крахмала помещают на пластинку из белого стекла размером 13×18 см. Поверхность крахмала накрывают второй пластинкой из такого же стекла размером 10×15 см. Прижимая пальцем верхнюю пластинку к

нижней, добиваются образования гладкой поверхности пробы крахмала и определяют внешний вид и цвет при рассеянном ярком дневном свете.

Для определения запаха в фарфоровую чашку или стакан взвешивают с погрешностью не более 0,01 г навеску крахмала массой около 20 г, заливают теплой водой при температуре около 50°С, перемешивают и оставляют в покое. По истечении 0,5 мин. воду сливают и определяют запах сырого осадка.

3.2 Метод определения количества крапин

Сущность метода заключается в подсчете количества крапин на 1 $дм^2$ поверхности крахмала.

Материалы:

а) пластинка из бесцветного стекла размером 10×15 см, на которую нанесены контуры прямоугольника 5×2 см с разбивкой на клетки 1×1 см.

Проведение анализа. Небольшое количество крахмала, взятое шпателем, насыпают на лист белой бумаги или на стекло. На поверхность крахмала кладут стеклянную пластинку с нанесенными на ней контурами прямоугольника и клетками. Навеску крахмала слегка придавливают стеклом и считают крапины на всей очерченной площади. Крахмал перемешивают и повторяют подсчет крапин. Подсчет проводят не менее пяти раз.

Количество крапин (X) в штуках на 1 $дм^2$ поверхности крахмала вычисляют по формуле:

$$X = n \times 100 / 5 \times 10 ,$$

где n - общая сумма крапин после пяти подсчетов, шт.;

10 - площадь очерченного прямоугольника, $см^2$.

Таблица 2 - Требования к органолептическим и физико-химическим показателям крахмала

Наименование показателя	Характеристика и норма			
	Экстра	Высший	Первый	Второй
Цвет	Белый с кристаллическим блеском	Белый с кристаллическим блеском	Белый	Белый с сероватым оттенком
Массовая доля влаги, %	17 - 20	17 - 20	17 - 20	17 - 20
Массовая доля общей золы в пересчете на сухое вещество, %, не более	0,30	0,35	0,50	1,0
Золы (песка), нерастворимой в соляной кислоте, %, не более	0,03	0,05	0,10	0,3
Кислотность - расход 0,1 Н раствора NaOH на нейтрализацию 100 г сухого вещества, мл, не более	6,0	10	14	20
Количество крапин на 1дм^2 поверхности крахмала при рассмотрении невооруженным глазом, шт. не более	60	280	700	Не нормируется
Массовая доля сернистого ангидрида (SO_2), %, не более	0,005	0,005	0,005	0,005
Запах крахмала, предназначенного для пищевых целей	Свойственный крахмалу, без постороннего запаха			
Примеси других видов крахмала	Не допускаются			

3.3 Методы определения влаги

3.3.1 Метод определения влаги высушиванием до постоянной массы

Сущность метода заключается в высушивании навески крахмала при температуре от 105 до 107°С до постоянной массы

Приборы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешиостью не более 0,0005г, класса точности 2;

б) шкаф сушильный лабораторный;

в) стаканчики для взвешивания (бюксы) типов СН 34/12 и СН 45/13 или бюксы металлические;

г) эксикатор.

Проведение анализа. В предварительно высушенной до постоянной массы и взвешенной бюксе взвешивают с погрешностью не более 0,0005 г навеску крахмала массой около 2 г При достижении в сушильном шкафу температуры 105°С открытую бюксу с навеской и крышку помещают в него и сушат в течение 3 ч. Началом сушки считают момент достижения вновь температуры 105°С после внесения бюксы в шкаф По истечении 3 ч. бюксу закрывают крышкой, вынимают из шкафа и ставят в эксикатор на 30 мин для охлаждения, а затем взвешивают Зафиксировав первое взвешивание, бюксу с навеской помещают в сушильный шкаф на 30 мин., охлаждают в эксикаторе и снова взвешивают. Высушивание навески повторяют до тех пор, пока разница в массе между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,001г.

Обработка результатов. Массовую долю влаги (W_1) в процентах вычисляют по формуле

$$W_1 = (m_1 - m_2) \times 100 / m_1 - m ,$$

где m - масса бюксы, г;

m_1 - масса бюксы с крахмалом до высушивания, г,

m_2 - масса бюксы с крахмалом после высушивания, г.

Вычисление проводят с точностью до целого числа За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5%.

3.3.2 Определение влаги методом ускоренного высушивания

Сущность метода заключается в высушивании навески крахмала при температуре от 130 до 132°С в течении строго определенного времени.

Приборы по п. 2.3.1.

Проведение анализа. В предварительно взвешенной и высушенной бюксе взвешивают с погрешностью не более 0,0005 г навеску крахмала массой около 4 г. При достижении в сушильном шкафу температуры 130°С открытую бюксу с навеской и крышкой помещают в него и сушат в течение 40 мин. Началом сушки считают момент достижения вновь температуры 130°С после внесения бюксы в шкаф. По истечении 40 мин. бюксу закрывают крышкой, вынимают из шкафа, ставят в эксикатор на 30 мин. для охлаждения и затем взвешивают.

Обработка результатов - по 3.3.1.

3.4 Метод определения общей золы

Сущность метода заключается в определеиии несгораемого остатка крахмала при сжигании его в муфельной печи при температуре 650°С.

Приборы и материалы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,0005 г, класса точности 2;

б) тигли фарфоровые, низкие № 4 или № 5;

в) печь муфельная;

г) плитка электрическая нагревательная бытовая;

д) эксикатор;

е) масло подсолнечное;

ж) масло кукурузное.

Проведение анализа. В предварительно прокаленном до постоянной массы тигле взвешивают с погрешностью не более 0,0005 г навеску крахмала массой около 10 г и обугливают, нагревая тигель с крахмалом на электрической плитке. Во избежание вспучивания на поверхность навески наносят пять - семь капель растительного масла.

После обугливания тигель помещают в муфельную печь, нагретую до 600°С (темно-вишневое каление), где прокаливают его до полного озоления навески крахмала.

После озоления тигель с золой охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После взвешивания тигель с золой повторно прокаливают в те-

чении 30 мин., охлаждают в эксикаторе и вновь взвешивают. Если разность в массе между двумя последующими взвешиваниями превышает 0,0005 г, прокаливание повторяют.

Обработка результатов. Массовую долю общей золы (X_1) в процентах в пересчете на абсолютно сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X_1 = (m_2 - m)\ 100 \times 100 / (m_1 - m)\ (100 - W),$$

где m - масса тигля, г;

m_1 - масса тигля с крахмалом, г;

m_2 - масса тигля с золой, г;

W - массовая доля влаги в крахмале, %.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,05%.

3.5 Метод определения золы (песка)

Сущность метода заключается в растворении навески крахмала 10%-ным раствором соляной кислоты, фильтрации полученного раствора и определении массовой доли золы (песка) после сжигания осадка на фильтре в муфельной печи при температуре 650°С.

Приборы и материалы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,0005г, класса точности 2;

б) тигли фарфоровые, низкие № 4 или № 5;

в) печь муфельная;

г) плитка электрическая нагревательная бытовая;

д) эксикатор;

е) баня водяная;

ж) стаканы стеклянные лабораторные на100см^3;

з) цилиндры мерные лабораторные стеклянные на 100см^3;

и) колбы конические (Эрленмейера) на 100см^3;

к) воронки стеклянные;

л) фильтры беззольные.

Реактивы:

а) кислота соляная, раствор с массовой долей соляной кислоты 10%;

б) вода дистиллированная.

Проведение анализа. В стеклянном стаканчике взвешивают с погрешностью не более 0,0005 г навеску крахмала массой 20 г и количественно переносят дистиллированной водой в коническую колбу. Общий объем воды в колбе должен составлять 155 $см^3$. К полученной суспензии приливают 45 $см^3$ соляной кислоты, что соответствует получению раствора с массовой долей соляной кислоты 10% в общем объеме суспензии.

Содержимое колбы тщательно перемешивают. Колбу помещают в кипящую баню. В течение первых 3 мин. суспензию перемешивают до полного растворения крахмала. Кипячение ведут 30 мин., после чего раствор фильтруют через беззольный фильтр. Колбу ополаскивают водой, которую сливают на тот же фильтр. Осадок на фильтре пять раз промывают дистиллированной водой, подогретой до температуры 60°С. Фильтр вместе с осадком переносят в предварительно прокаленный до постоянной массы тигель, подсушивают, помещают в муфельную печь, нагретую до 650°С, и прокаливают его до полного озоления по 2.4.

Обработка результатов. Массовую долю золы (песка), нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, (X_2) в процентах в пересчете на абсолютно сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X_2 = (m_1 - m)\ 100 \times 100 / 20\ (100 - W),$$

где m - масса тигля, г;

m_1 - масса тигля с золой (песком), г;

20 - масса навески крахмала, г;

W - массовая доля влаги в крахмале, %.

Вычисления проводят с точностью до второго десятичного знака. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,005%.

3.6 Метод определения кислотности

Сущность метода заключается в нейтрализации 100 г абсолютно сухого крахмала раствором с массовой долей гидроокиси натрия 0,1 моль/$дм^3$ в присутствии индикатора фенолфталеина.

Приборы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01 г, класса точности 2;

б) колбы конические (Эрленмейера) на 250 см^3;

в) цилиндры мерные на 100 см^3;

г) бюретки мерные лабораторные стеклянные на 50 см^3.

Реактивы:

а) натрия гидроокись, раствор с массовой долей гидроокиси натрия 0,1 моль/дм^3;

б) спирт этиловый ректификованный технический;

в) фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей фенолфталеина 1%;

г) вода дистиллированная.

Проведение анализа. В коническую колбу взвешивают с погрешностью не более 0,01 г навеску крахмала массой 20 г, приливают цилиндром 100 см^3 дистиллированной воды, прибавляют от 5 до 8 капель раствора фенолфталеина и титруют раствором с массовой долей гидроокиси натрия 0,1 моль/дм^3 до заметной розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Так как крахмал адсорбирует фенолфталеин, то перед концом титрования добавляют еще от 5 до 6 капель фенолфталеина.

Обработка результатов. Кислотность (X_3) в миллилитрах раствора с массовой долей гидроокиси натрия 0,1 моль/дм^3 на 100 г абсолютно сухого крахмала вычисляют по формуле:

$$X_3 = V \times 100 \times 100 / m_0(100W),$$

где V - объем раствора с массовой долей гидроокиси натрия 0,1 моль/дм^3, израсходованного на титрование, см;

m_0 - масса навески крахмала, г;

W - массовая доля влаги в крахмале, %.

Вычисление проводят с точностью до целого числа. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 1 см.

3.7 Метод определения протеина в кукурузном крахмале

Сущность метода заключается в окислении навески крахмала концентрированной серной кислотой при нагревании с последующей отгонкой аммиака и пересчетом содержащегося в нем азота на протеин.

Приборы и материалы:

а) весы лабораторные общего назначения, с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01г, класса точности 2;

б) холодильники стеклянные лабораторные;

в) прибор для отмеривания серной кислоты;

г) колбы Кьельдаля вместимостью 750 см^3;

д) плитки электрические нагревательные бытовые;

е) колбонагреватели;

ж) пробирки стеклянные;

з) колбы конические (Эрленмейера) вместимостью 500 см^3;

и) бюретки вместимостью 50 см^3;

к) пипетки вместимостью 25 см^3;

л) цилиндры мерные вместимостью 100 см^3.

Реактивы:

а) натрия гидроокись, раствор с массовой долей гидроокиси натрия 40%, раствор с массовой долей гидроокиси натрия 0,02 моль/дм^3;

б) кислота серная, плотность 1,83 г/см^3;

в) медь сернокислая х.ч.;

г) калий сернокислый х.ч.;

д) селен металлический;

е) калий марганцовокислый;

ж) метиленовый голубой;

з) метиловый красный;

и) смешанный индикатор (смесь метилового красного и метиленового голубого);

к) спирт этиловый ректификованный технический;

л) вода дистиллированная;

м) катализатор: смесь 10 г сернокислой меди, 40 г сернистого калия, 3г марганцовокислого калия и 0,2 г селена.

Проведение анализа. В пробирку взвешивают с погрешностью не более 0,0005 г навеску крахмала массой от 2 до 3 г. На пробирку надевают резиновую трубку, посредством которой вносят пробирку почти до дна сухой колбы Кьельдаля, и осторожно высыпают крахмал.

Пустую пробирку взвешивают. По разности масс пробирки с крахмалом и пустой пробирки определяют массу крахмала.

В колбу на кончике шпателя добавляют катализатор. Затем к содержимому колбы осторожно по стенке приливают серную кислоту плотностью 1,83 (на каждый грамм крахмала - 10 см^3 кислоты) и круговыми движениями перемешивают.

Колбу закрывают стеклянной пробкой, свободно прилегающей к стенкам, и для сжигания навески помещают на колбонагреватель или электрическую плитку. Сжигание проводят в вытяжном шкафу сначала при слабом нагреве, а после окончания вспенивания - при сильном до тех пор, пока раствор в колбе не будет полностью прозрачным, без наличия несгоревших черных частиц. Содержимое колбы охлаждают и осторожно смывают внутренние стенки дистиллированной водой. Общий объем полученного раствора должен быть от 400 до 450 см^3. Колбу присоединяют через каплеуловитель к стеклянному холодильнику, отводная трубка его опущена в коническую колбу, в которую предварительно наливают 25 см^3 раствора серной кислоты с массовой долей 0,01 моль/дм^3 и три - четыре капли смешанного индикатора.

Для равномерного кипения в колбу Кьельдаля опускают несколько стеклянных бусинок или кусочков битого фарфора и осторожно по стенке колбы приливают раствор с массовой долей гидроокиси натрия 40% из расчета 40 см^3 на каждые 10 см^3 серной кислоты, взятой для сжигания. При этом содержимое колбы не должно взбалтываться. Колбу быстро закрывают пробкой с каплеуловителем, соединенным с холодильником.

После того, как установка для отгонки аммиака собрана, содержимое колбы слегка взбалтывают (при этом следят за тем, чтобы конец отводной трубки холодильника был опущен в раствор серной кислоты с массовой долей 0,01 моль/дм^3, находящейся в приемной колбе) и постепенно нагревают до кипения, отгоняя аммиак в приемную колбу. Перегонку можно считать оконченной, когда в колбе Кьельдаля остается одна треть от первоначального объема жидкости.

В конце отгонки отводную трубку держат не в кислоте, а над уровнем ее. Полноту отгонки аммиака проверяют по красной лакмусовой бумажке, которая не должна синеть от капли конденсата, стекающего из отводной трубки холодильника. После прекращения отгонки отводную трубку холодильника омывают дистиллированной водой. Содержимое приемной колбы титруют раствором с массовой долей гидроокиси натрия 0,02 моль/дм^3 до появления зеленого окрашивания. Объем раствора гидроокиси натрия в см^3, израсходованный на титрование, свидетельствует о количестве серной кислоты, не связанной с

аммиаком. Параллельно проводят контрольный анализ на реактивы без навески крахмала.

Обработка результатов. Массовую долю протеина (X_4) в процентах в пересчете на абсолютно сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X_4 = 0{,}00028 \times 6{,}25\ (V\ V_1)\ 100 \times 100 / m_0\ (100 - W)\ ,$$

где 0,00028 - количество азота, которое связывает 1 $см^3$ 0,02 Н раствора серной кислоты, г;

6,25 - коэффициент для пересчета азота на протеин;

V - объем раствора с массовой долей гидроокиси натрия 0,02 моль/$дм^3$, израсходованный на титрование в контрольном анализе, $см^3$;

V_1 - объем раствора с массовой долей гидроокиси натрия 0,02 моль/$дм^3$, израсходованный на титрование в основном анализе, $см^3$;

m_0 - масса навески крахмала, г;

W - массовая доля влаги в крахмале, %.

Вычисления проводят с точностью до первого десятичного знака. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,05%.

3.8 Метод определения сернистого ангидрида

Сущность метода заключается в окислении сернистой кислоты раствором йода при титровании фильтрата крахмальной суспензии.

Приборы и материалы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01г, класса точности 2;

б) стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 100 $см^3$;

в) воронки стеклянные;

г) пипетки вместимостью 50 $см^3$;

д) бюретки вместимостью 50 $см^3$;

е) колбы конические (Эрленмейера) вместимостью 250 $см^3$, 500 $см^3$;

ж) капельницы лабораторные стеклянные;

з) бумага фильтровальная лабораторная.

Реактивы:

а) йод;

б) калий йодистый, раствор с массовой долей йодистого калия 0,02 моль/дм^3;

в) кислота соляная, разбавленная дистиллированной водой в соотношении 1:5;

г) крахмал растворимый, раствор с массовой долей крахмала 1%;

д) вода дистиллированная;

е) раствор йода (2,54 г йода растворяют в 1 дм^3 раствора с массовой долей йодистого калия 0,02 моль/дм^3).

Проведение анализа. В стеклянном стаканчике взвешивают с погрешностью не более 0,01 г навеску крахмала массой 50 г и количественно переносят дистиллированной водой в коническую колбу. Общий объем воды в колбе должен составлять 200 см^3. Содержимое колбы тщательно перемешивают в течение 15 мин. (колба должна быть закрыта пробкой). Полученную суспензию крахмала фильтруют через бумажный фильтр, 50 см^3 фильтрата пипеткой переносят в коническую колбу и титруют раствором йода, применяя в качестве индикатора три - пять капель раствора крахмала и разбавленной соляной кислоты до заметного синего окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Обработка результатов. Массовую долю сернистого ангидрида (X_5) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_5 = 200 \times V \times 0{,}64 \times 20 \times 1{,}15 \times 100 / 50 \times 1000 \times 1000 ,$$

где 200 - общее количество приливаемой воды, см^3;

50 - количество фильтрата, взятое на титрование, см^3;

V - объем раствора йода, израсходованный на титрование фильтрата, см^3;

0,64 - количество сернистого ангидрида, соответствующее 1 см^3 раствора йода, мг;

20 - пересчет содержания сернистого ангидрида в 1 кг крахмала;

1,15 - коэффициент для приведения содержания сернистого ангидрида к показаниям метода по массе.

Массовую долю сернистого ангидрида (X_6) в мг на 1 кг крахмала вычисляют по формуле:

$$X_6 = 200 \times V \times 0{,}64 \times 20 \times 1{,}15 / 50,$$

где 200 - общее количество приливаемой воды, см^3;

50 - количество фильтрата, взятое на титрование, см^3,

V - объем раствора йода, израсходованный на титрование фильтрата, см^3;

0,64 - количество сернистого ангидрида, соответствующее 1 см^3 раствора йода, мг,

20 - пересчет содержания сернистого ангидрида в 1 кг крахмала;

1,15- коэффициент для приведения содержания сернистого ангидрида к показаниям метода по массе.

Вычисления проводят с точностью до третьего десятичного знака. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,0007%.

V **3.9 Метод определения наличия примесей других видов крахмала**

Сущность метода заключается в микроскопировании части средней пробы крахмала.

Приборы:

а) микроскоп.

Проведение анализа. Для испытания берут на кончике шпателя часть средней пробы крахмала, высыпают его на центр предметного стекла и рассматривают под микроскопом. Форма крахмальных зерен должна соответствовать наименованию крахмала данной партии.

3.10 Метод определения остатка на шелковом сите № 67 или капроновом сите № 73

Сущность метода заключается в определении количества высушенного остатка после промывания на сите 100 г крахмала.

Приборы и материалы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01 г, класса точности 2;

б) ткань шелковая для сит № 67;

в) ткань капроновая для сит № 73;

г) обечайка (диаметр около 200, высота около 100 мм) с кольцом для закрепления ситовой ткани и поддоном для сбора прохода через сито;

д) стаканчики для взвешивания (бюксы);

е) шкаф сушильный;

ж) эксикатор;

з) баня водяная;

и) стаканы стеклянные лабораторные вместимостью 150 и 1000 $см^3$;

к) пробирки стеклянные.

Проведение анализа. В стеклянном стакане взвешивают с погрешностью не более 0,01 г навеску крахмала массой 100 г, добавляют примерно 1 $дм^3$ воды. После перемешивания суспензию переносят на сито. Остаток на сите промывают водой до полного отмывания крахмала. Полнота отмывания характеризуется отсутствием помутнения промывной воды при рассмотрении ее в пробирке в проходящем свете. Остаток на сите помещают в сухую, заранее взвешенную бюксу, подсушивают на кипящей водяной бане, а затем высушивают в сушильном шкафу при температуре 105°С до постоянной массы.

Обработка результатов. Массовую долю остатка (X_7) в процентах в пересчете на абсолютно сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X_7 = (m - m_1)100 / 100 - W ,$$

где m - масса бюксы с остатком после высушивания, г;

m_1 - масса бюксы, г;

W - массовая доля влаги в крахмале, %.

Вычисления проводят с точностью до первого десятичного знака. За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5%.

√ 3.11 Метод проведения цветной реакции с йодом

Сущность метода заключается в определении окраски разбавленного клейстера с раствором йода и сравнении ее с окраской образца сравнения.

Приборы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01 г, класса точности 2;

б) плитка электрическая нагревательная бытовая;

в) пробирки стеклянные;

г) колбы конические (Эрленмейера) вместимостью 500 мл;

д) палочки стеклянные.

Реактивы:

а) йод;

б) калий йодистый, раствор с массовой долей йодистого калия 0,02 моль/дм^3;

в) вода дистиллированная;

г) раствор йода (2,54 г йода растворяют в 1дм^3 раствора с массовой долей йодистого калия 0,02 моль/дм^3).

Проведение анализа. Навеску крахмала массой 0,25 г, взвешенную с погрешностью не более 0,01 г, переносят в коническую колбу вместимостью 500 см^3, добавляют 50 см^3 дистиллированной воды и кипятят на электрической плитке 5 мин. До начала кипения суспензию непрерывно помешивают стеклянной палочкой, что обеспечивает образование однородной массы. Началом закипания считают момент появления пузырьков. После кипения в колбу добавляют 200 см^3 воды и раствор тщательно перемешивают.

В стеклянную пробирку наливают примерно 10 см^3 разбавленного клейстера, добавляют 2 капли раствора йода и сравнивают окраску с заранее приготовленным образцом сравнения. Образец сравнения готовят таким же способом, используя образцы крахмала восковидной кукурузы. Образец сравнения при окрашивании йодом имеет окраску от красной до красно - фиолетовой. Цвет клейстера, приготовленного из испытуемого крахмала, должен соответствовать цвету образца сравнения.

Вероятность допускаемых расхождений результатов двух параллельных определений составляет 95%.

4 ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ КРАХМАЛА

Приборы:

а) весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с допускаемой погрешностью не более 0,01 г, класса точности 2;

б) плитка электрическая нагревательная бытовая;

в) пробирки стеклянные;

г) колбы конические (Эрленмейера) вместимостью 500 мл;

д) палочки стеклянные;

е) центрифуга ЦЛК - 1.

Реактивы:

а) сульфат магния 10-15% водный раствор;

б) крахмал картофельный.

Сущность метода фракционирования картофельного крахмала заключается в следующем. Крахмал смешивают с водным раствором 15%-ного (по массе) безводного сульфата магния, сульфата аммония или сульфата натрия. Смесь нагревают в течение 20-30 мин. до 160°С, затем охлаждают до 70°С. При этом выпадает амилоза, которая и отделяется центрифугированием. При охлаждении маточного раствора до 20°С выпадает амилопектин, отделяемый фильтрацией.

Литература

1. Рихтер М., Аугустат З., Ширбаум Ф. Избранные методы исследования крахмала. - М.: Пищевая промышленность., 1975.

2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. - М : Медицина , 1991.

3. Дэвис Д., Джованелли Дж., Рис Т. Биохимия растений. - М.: Мир, 1966.

4. ГОСТ 7699 - 78. Крахмал картофельный. Технические условия. - М.: Изд-во стандартов. 1980. - 6 с.

5. ГОСТ 7698 - 78. Крахмал. Правила приёмки и методы анализа. - М.: Изд-во стандартов. 1989. - 16 с.

Содержание

АВЕРЬЯНОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА

СЕВОДИН ВАЛЕРИЙ ПАВЛОВИЧ

КРАХМАЛ

Методические указания по курсу "Методы переработки растительного сырья" для студентов специальности "Биотехнология".

Технический редактор Малыгина Ю.Н.
Подписано в печать 18.09.99. Формат 60x84 1/16
Усл. п. л. 2,06 Уч.-изд. л. 1,92
Печать – ризография, множительно - копировальный аппарат «RISO TR - 1510».

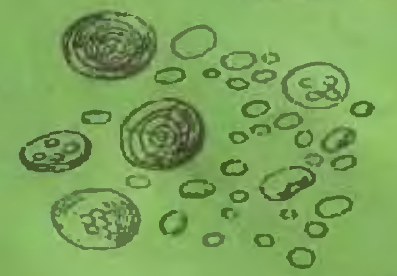
Тираж 50 экз. Заказ 99- 53
Издательство Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова,
656099, г. Барнаул, пр. Ленина, 46

Оригинал-макет подготовлен ВЦ БТИ АлтГТУ им. И.И. Ползунова

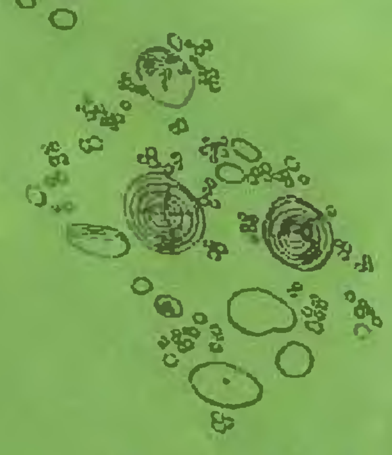
Отпечатано на ВЦ БТИ АлтГТУ
им. И.И. Ползунова
659305 г. Бийск, ул. Трофимова, 29.

13

Е.В.Аверьянова, В.П.Севодин

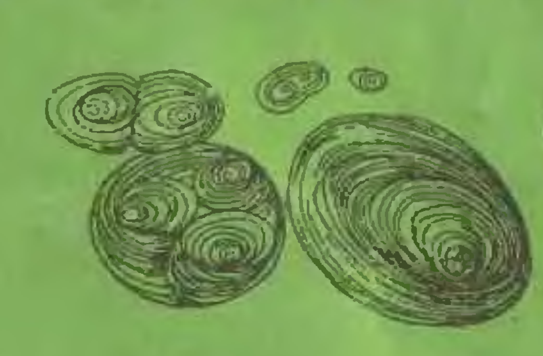






КРАХМАЛ











Барнаул 1999